

INFLUENCIA DE LA TASA DE ALIMENTACION SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA MADURACION DE LAS GONADAS DE *HALIOTIS COCCINEA CANARIENSIS* (MOLLUSCA, GASTROPODA)

INFLUENCE OF FOOD RATES ON THE GROWTH AND GONADAL MATURATION OF *HALIOTIS COCCINEA CANARIENSIS* (MOLLUSCA, GASTROPODA)

Juan B. PEÑA (*)

RESUMEN

Se ha estudiado la influencia de la cantidad de algas consumidas por los reproductores de *H. coccinea canariensis* sobre el crecimiento y la maduración gonadal durante unos nueve meses, desde febrero a octubre, suministrándoles 3 dosis diferentes de *Ulva rigida*: 16, 31 y 47 % de su peso. Las tasas de crecimiento en longitud y en peso eran proporcionales a la cantidad de algas consumidas por los diferentes lotes. Sin embargo, la eficacia de la conversión del alimento era igual en los dos lotes mejor alimentados. El porcentaje de madurez sexual y el índice gonadal de los individuos bien alimentados eran elevados durante todo el año, mientras que en los desnutridos estos valores disminuían en mayo y junio.

ABSTRACT

The influence that the amount of algae ingested by *H. coccinea canariensis* adults had on their growth and gonadal maturation was studied for nine months, from February to October, using three different food levels of *Ulva rigida* (16, 31 and 47 % of their body weight). The growth rates in shell length and body weight were proportional to the amount of ingested algae in the different lots. Nevertheless the efficiency of food conversion was the same in the two better fed lots. The ripeness rate and the gonad index of specimens in lots 2 and 3 were high all year round, while in lot 1 they decreased in May and June.

Palabras clave: Alimentación, crecimiento, gametogénesis, *Haliotis coccinea canariensis*.
Key words: Feeding, growth, gametogenesis, *Haliotis coccinea canariensis*.

INTRODUCCION

En la mayoría de invertebrados uno de los factores que influye principalmente en el incremento del peso y de la longitud, así como en la perfecta maduración de las gónadas, lo constituye la nutrición, combinada con la temperatura y el fotoperiodo.

Estos factores han sido estudiados por diferentes autores en muchas especies. En el caso del género *Haliotis* la acción de la temperatura ha sido abordada por Kikuchi y Uki (1974a, 1974b; 1975) y Uki y Kikuchi (1984) para *H. discus*

hannai (Ino, 1952) y la influencia de la alimentación la estudiaron Uki y Kikuchi (1982) en *H. discus hannai* y Peña (1987) en *H. discus* (Reeve, 1846), pero en *H. coccinea canariensis* (Nordsieck, 1975) todavía no se había comprobado este efecto.

La alimentación básica de los adultos de *Haliotis* está constituida por las algas macroscópicas (principalmente por las feofíceas), dejando en segundo término a las clorofíceas y las rodofíceas. En el presente trabajo se ensayó el efecto de la cantidad de *Ulva rigida* C. Agardh consumida por 3 lotes del abalón canario y su influencia sobre el crecimiento y la maduración gonadal.

(*) Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal. (C.S.I.C.) 12 595 Ribera de Cabanes. Castellón

MATERIAL Y METODOS

Los 78 ejemplares de *H. coccinea canariensis* utilizados en la experiencia permanecieron previamente unos 6 meses de adaptación a las condiciones del laboratorio. Cada animal estaba marcado individualmente mediante una cinta numerada que se pegaba en la parte dorsal de la concha. Los individuos marcados se dividieron en lotes de 26, con una talla media inicial de 43 mm y un peso medio de 11,5 g.

En los 3 acuarios utilizados, de 100x60x50 cm, con una capacidad de 300 litros, se colocaron 2 tejas de arcilla para proporcionar el adecuado refugio y protección de la luz a los animales. Estos acuarios se mantuvieron en condiciones naturales de fotoperiodo y temperatura, con un flujo continuo de agua de 2 litros/minuto y, además, ésta se renovaba completamente dos veces por semana, momento en que se aprovechaba para pesar las algas sobrantes y suministrar alimento fresco.

Como única fuente de alimento se ha utilizado la cloroficea *U. rigida*, fácilmente asequible durante los 252 días que duró el experimento, del 15 de febrero al 25 de octubre de 1985. A cada lote se le proporcionaba una dosis distinta de *U. rigida* que representaba un tercio (lote 1) y dos tercios (lote 2) de la dieta de saciedad (lote 3) que correspondía a una dosis diaria del 15,8, 31,3 y 47 %, respectivamente, del peso medio del cuerpo de los reproductores. Lógicamente, la dieta algal fue aumentando paulatinamente con el incremento de la temperatura del agua.

Cada 28 días de cultivo se observaron los ejemplares de cada lote con el fin de medirlos,

pesarlos y seguir la evolución de sus gónadas. La maduración de ésta puede detectarse a simple vista, sin trastorno aparente de los animales. La gónada se desarrolla alrededor del hepatopáncreas formando el apéndice cónico (Peña, 1986), adquiriendo un color violeta el ovario y blanco cremoso el testículo, que destacan sobre el marrón azulado de la glándula digestiva. La maduración de la gónada se ha clasificado en 4 estados, de 0 a 3, del índice gonadal (Uki y Kikuchi, 1982).

La ración diaria, cantidad de algas consumidas durante el tiempo de cultivo, así como la tasa de crecimiento mensual (TCM) y la eficacia de la conversión del alimento (ECA) se han hallado según las fórmulas descritas por Sakai (1962):

$$TCM = \frac{(L_f - L_i) \times 30 \times 100}{L_i \times t}$$

$$ECA = \frac{(P_f - P_i) \times 100}{Ac}$$

y el porcentaje diario de alimentación se ha calculado según la fórmula utilizada por Uki (1981):

$$K = \frac{2 \times C \times 100}{(P_i + P_f) \times t}$$

donde "Li" y "Lf" son las longitudes medias inicial y final, en mm; "Pi" y "Pf" son los pesos medios inicial y final, en gramos; "t" es el tiempo en días; "Ac" es la cantidad total de algas consumidas, en gramos; "C" es la cantidad de algas ingeridas por individuo, en g.

TABLA I

Lote	Dosis (%)	Algas proporcionadas (g)	Algas consumidas (g)	Algas (g) consumid./individuo	Ración diaria (g)	Coefficiente preferencia algal	Porcentaje diario de alimentación
1	15,8	1198	1183	45,496	4,69	98,8	1,63
2	31,3	2364	2258	86,851	8,96	95,5	2,52
3	47,0	3555	2946	113,319	11,69	82,9	3,11

Cantidad de algas proporcionadas y consumidas por 3 lotes de 26 individuos *Haliotis coccinea canariensis* durante 252 días de cultivo.

RESULTADOS

En la Tabla I se muestran la cantidad total de *U. rigida* proporcionada a los 3 lotes de orejas de mar y la consumida por cada lote y por cada individuo durante los 252 días de cultivo. Los casi 3 kg de algas ingeridas por el lote 3 (11,7 g diarios), pueden considerarse como la dieta de saciedad, mientras que el lote 1 consumía 4,7 g diarios (menos de la mitad de la dieta de saciedad) y el lote 2 comía 9 g diarios, suficientes para proporcionar una buena maduración gonadal y un crecimiento aceptable.

El coeficiente de preferencia algal (Tabla I), es decir, el porcentaje de algas consumidas respecto a las proporcionadas, en los dos primeros lotes es muy elevado, superior al 95 %, lo que demuestra que los individuos con alimentación deficitaria buscan las algas por todo el tanque hasta agotarlas, mientras que los animales bien alimentados, caso del lote 3, se limitan a comer lo necesario. El lote 1 normalmente se terminaba las algas disponibles antes de las 48 horas de su introducción en el acuario, permaneciendo luego 1 ó 2 días sin

comer, el lote 2 consumía las dosis proporcionada a los 3 ó 4 días y en el lote 3 siempre quedaba un remanente de algas más o menos abundante.

En la Fig. 1 se muestra la cantidad de *U. rigida* consumida en una semana por cada individuo *H. coccinea canariensis*, durante los 252 días de cultivo, donde puede observarse que cada abalón del lote 1 ingería alrededor de 1 g de algas a la semana durante los primeros 110 días, con temperaturas por debajo de los 20 °C, pasando a consumir alrededor de 1,5 g semanales, cantidad que se mantuvo constante hasta el final de la experiencia, con temperaturas superiores a los 20 °C. En los lotes 2 y 3 el consumo de algas por individuo aumentó paulatinamente hasta principios del mes de julio, coincidiendo con la superación de los 23 °C de temperatura, momento en que se produjo un descenso en la ingesta de *U. rigida*. A principios de septiembre, cuando la temperatura descendió por debajo de los 26 °C, se produjo un nuevo incremento en el consumo de la lechuga de mar, permaneciendo alrededor de los 3 g en el lote 2 y de los 4,3 g en el lote 3.

En la Tabla II se representa el crecimiento en

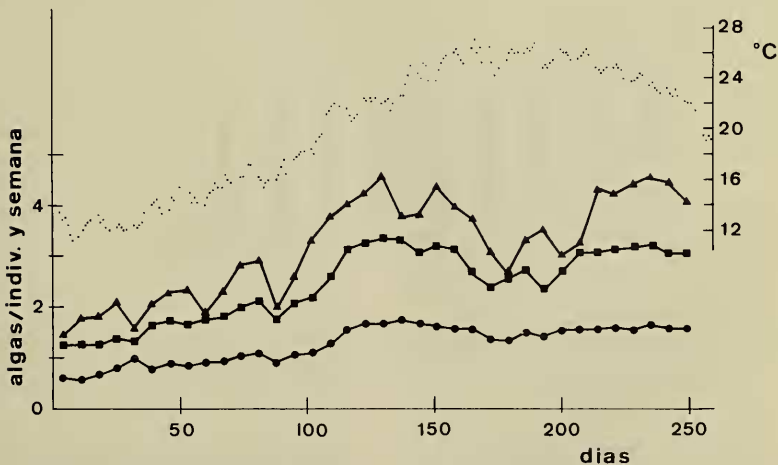


Fig. 1.— Cantidad de *Ulva rigida* consumida por cada individuo de *Haliotis coccinea canariensis* a la semana, según la dosis de algas proporcionadas (○: lote 1; □: lote 2; △: lote 3). El punteado corresponde a la temperatura del agua en los acuarios.

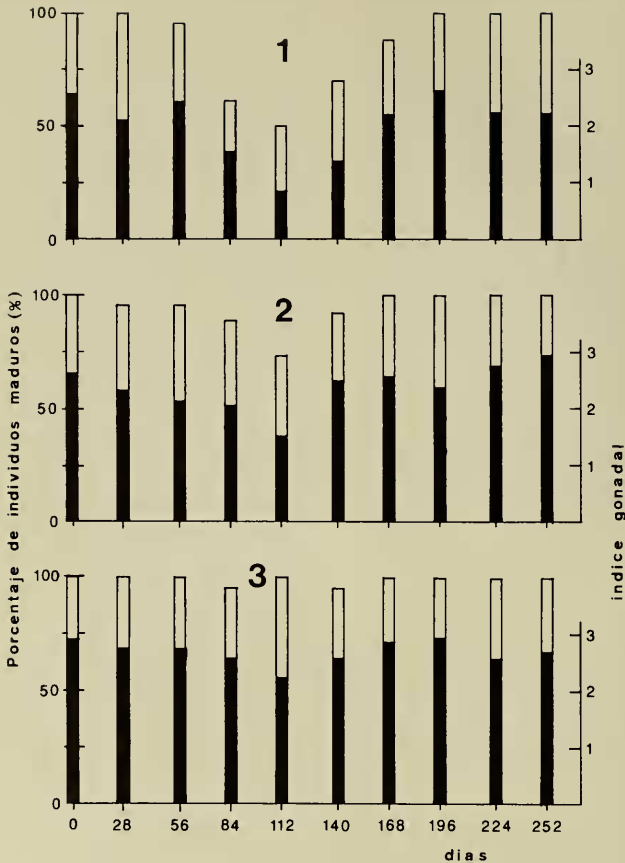


Fig. 2.— Porcentaje de individuos maduros (barras blancas) e índice gonadal (barras negras) en *H. coccinea canariensis* durante los 252 días de cultivo, según la dosis de *U. rigida* proporcionada.

longitud y el incremento en peso experimentado por los 3 lotes de *H. coccinea canariensis*, constatándose que las tasas de crecimiento en longitud y del crecimiento mensual en los lotes 2 y 3 son similares y significativamente superiores, tres veces más, a los valores hallados para el lote

1. Los individuos de este lote perdieron peso y lo largo de la experiencia, mientras que los lotes 2 y 3 ganaron un 35 y un 45 % de su peso, lo que supuso un incremento mensual del 4,2 al 5,4 %. La eficacia de la conversión del alimento resultó ser igual en los dos lotes mejor alimentados, con lo

TABLA II

Lote	Longitud media inicial (mm)	Longitud media final (mm)	Tasa de crecimiento en longitud (%)	Tasa de crecimiento mensual (%)	Peso medio inicial (g)	Peso medio final (g)	Tasa de aumento en peso (%)	Tasa de aumento mensual (%)	Eficacia conversión alimento (%)
1	43,05	44,87	4,2	0,5	11,24	10,94	-2,6	-0,3	-0,025
2	43,03	48,09	11,8	1,4	11,62	15,69	35,0	4,2	0,180
3	43,21	49,36	14,2	1,7	11,80	17,15	45,3	5,4	0,182

Crecimiento de *H. coccinea canariensis* alimentados con 3 dosis diferentes de *Ulva rigida*.

que se demuestra que con menos cantidad de algas se pueden lograr los mismos objetivos en cuanto al crecimiento de los ejemplares de la oreja de mar.

La mayoría de reproductores *H. coccinea canariensis* estudiados poseían inicialmente la gónada desarrollada a pesar de la época del año (mediados de febrero), constatándose un porcentaje de madurez sexual (PM) del 100 % de los individuos en los 3 lotes y un índice gonadal (IG) de 2,5 en el lote 1 a 2,9 en el lote 3. La Fig. 2 ilustra los porcentajes de madurez sexual y los índices gonadales, determinados cada 28 días de cultivo, para los 3 lotes de reproductores. Los porcentajes de madurez sexual se mantuvieron altos durante los 3 primeros meses, de febrero a abril, volviéndose a recuperar en agosto y conservándose así hasta el final de la experiencia. No se han observado diferencias significativas entre los 3 lotes, desde febrero a abril y desde agosto a octubre, solamente durante los meses de mayo a julio se encontraron diferencias significativas en el lote 1, donde este porcentaje disminuyó hasta un 50 % en junio. Con respecto al índice gonadal se observó una disminución paulatina hasta el mes de junio, en que se alcanzaron los valores mínimos de 0,8, 1,5 y 2,2 en los lotes 1, 2 y 3 respectivamente. A continuación estos valores aumentaron, manteniéndose por encima del 2 hasta el final de la experiencia, llegando, incluso, al 2,9 en los lotes 2 y 3.

El incremento en longitud y el aumento del peso experimentado por los ejemplares de *H. coccinea canariensis* a lo largo de la experiencia se ilustra en las Figs. 3 y 4, observándose que, generalmente, los mejores crecimientos tienen lugar durante los primeros meses en que la temperatura del agua era más baja. El lote 1 mostró

un mayor crecimiento en abril, con un aumento de 0,6 mm y 0,3 g; los lotes 2 y 3 tuvieron un mayor incremento en longitud durante febrero y marzo, 1,2 y 1,3 respectivamente; el mayor incremento en peso, 1,3 g, se consiguió en septiembre en el lote 2 y en octubre en el lote 3.

DISCUSION

La mayoría de autores japoneses y norteamericanos opinan que durante el acondicionamiento de los reproductores se debe tener especial cuidado en la alimentación, basada esencialmente en algas pardas (Ino, 1952; Sakai, 1962; Kikuchi *et al.*, 1967; Kikuchi y Uki, 1974a, 1974b; 1975; Kan-No, 1975; Uki, 1981; Lucien-Brun, 1983; Ebert y Houk, 1984; Thompson, 1984; Uki y Kikuchi, 1984), sin embargo, los franceses obtuvieron mejores resultados con el alga roja *Palmaria palmata* (*Rhodymenia palmata*) (Koike *et al.*, 1979; Flassch y Aveline, 1984) y otros autores como Hayashi (1982) prefieren proporcionar una mezcla de algas rojas, verdes y pardas. En Torre de la Sal resulta difícil conseguir diariamente algas rojas y pardas, tipo *Laminaria rodriguezii* Bornet, por lo que se utilizó *U. rigida*, una de las clorofíceas que proporcionó buenos resultados en la alimentación de *H. discus hannai* (Sakai, 1962) y según Tenore (1976) posee un elevado contenido en nitrógeno, constituyendo una dieta adecuada para la alimentación de *Haliotis*.

El valor alimenticio del tipo de algas que haya consumido la oreja de mar influye en su crecimiento y en su maduración gonadal. Considerando que el valor alimenticio de *Ulva pertusa* Kjellman es la mitad del calculado para las feofi-

ceas *Laminaria religiosa* Miyabe y *Undaria pinnatifida* (Harv.) Sur. (Sakai, 1962; Kikuchi et al., 1967), los valores del crecimiento en *H. coccinea canariensis* han sido inferiores a los descritos por estos autores en *H. discus hannai*.

El porcentaje diario de alimentación (PDA) en el lote 3, con la dieta de saciedad ("ad libitum"), era del 3,1 %, superior al determinado en *H. discus* con la misma dieta alimentaria y en condiciones ambientales similares (Peña, 1987). En el lote 2 el PDA era del 2,5 %, similar al detectado en individuos *H. discus* alimentados "ad libitum" con *U. rigida* y en el lote 1 del 1,6 %, la

mitad del hallado en el lote 3. Por lo tanto, los reproductores de *H. coccinea canariensis* consumieron mayor cantidad de *U. rigida* que los de *H. discus*.

Las tasas de crecimiento mensual en longitud y peso fueron significativamente similares en los lotes 2 y 3 con respecto al lote deficientemente alimentado. Por consiguiente, durante el acondicionamiento de los reproductores no es preciso suministrarles las algas "ad libitum" sino que con una dosis del 30 % del peso de los ejemplares en peso húmedo de *U. rigida* se obtienen los mismos resultados.

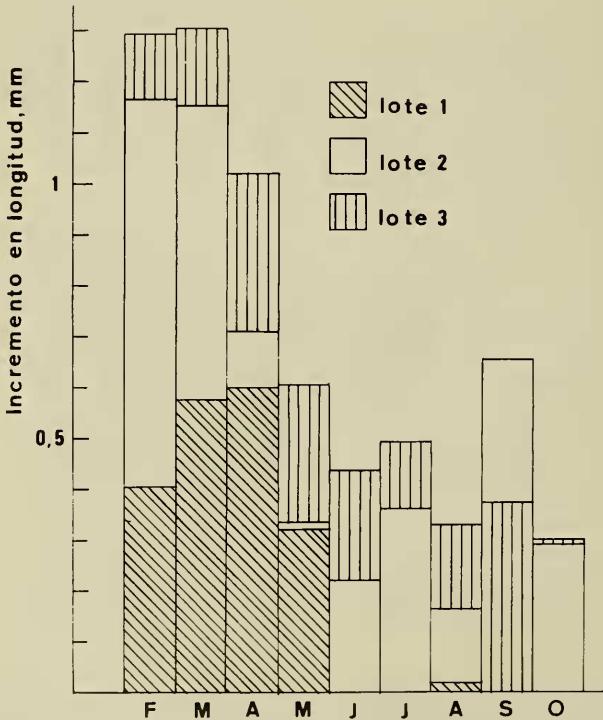


Fig. 3.— Incremento en longitud de concha en los 3 lotes de *H. coccinea canariensis* a lo largo de la experiencia.

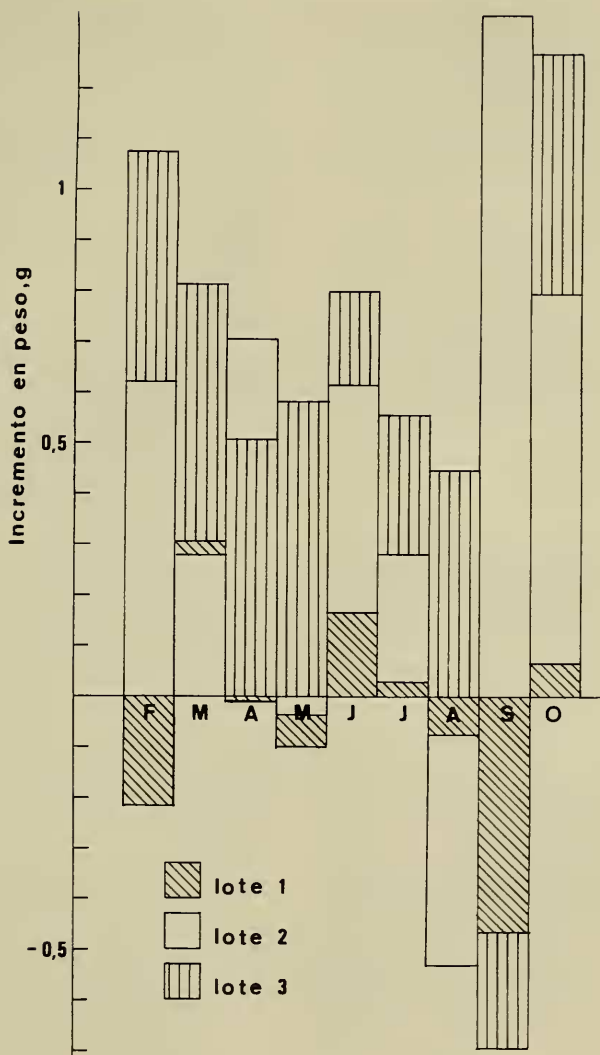


Fig. 4.— Ganancia y pérdida de peso llevadas a cabo en los 3 lotes de *H. coccinea canariensis* durante los 9 meses de cultivo.

El porcentaje de madurez sexual se mantuvo elevado durante toda la experiencia en el lote bien alimentado, sin embargo, en el lote 1, después de sufrir un descenso durante el verano, se recuperó y se mantuvo en el 100 % durante los últimos meses, a diferencia de *H. discus* donde el lote mal alimentado no sobrepasó el 20 % de madurez sexual en el otoño, mientras que los lotes bien alimentados llegaron al 80 % (Peña, 1987).

A la vista de los resultados obtenidos se puede decir que *H. coccinea canariensis* permanece en estado maduro durante todo el año, produciéndose desoves en cualquier estación del año. De hecho, durante el presente experimento, tuvieron lugar 3 desoves naturales simultáneamente en los 3 acuarios, coincidiendo en las 3 ocasiones tras un día lluvioso en que las temperaturas de los acuarios descendieron algún grado con respecto al día anterior.

AGRADECIMIENTOS

Tengo que agradecer a H. Fernández-Palacios del Centro de Tecnología Pesquera de Telde (Gran Canaria) su colaboración en la captura de los reproductores de *H. coccinea canariensis* en Gran Canaria.

BIBLIOGRAFIA

- EBERT, E.E. & HOUK J.L. 1984.- Elements and innovations in the cultivation of red abalone *Haliotis refescens*. *Aquaculture*, 39: 375-392.
- FLASSCH, J.P. & AVELINE C. 1984.- Production de jeunes ormeaux a la station experimentale d'Argenton. *Publ. CNEXO, Rap. Sci. Tech.* n.º 50: 1-68.
- HAYASHI, I. 1982.- Small scale laboratory culture of the ormer, *Haliotis tuberculata*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 62: 835-844.
- INO, T. 1952.- Biological studies on the propagation of Japanese abalone (Genus *Haliotis*). *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 5: 1-102.
- KAN-NO, H. 1975.- Recent advances in abalone culture in Japan. *Proc. of First Intern. Conf. Aquac. Nutrition*, Univ. Delaware: 195-211.
- KIKUCHI, S., Y. SAKURAI, M. SASAKI & ITO, T. 1967.- Food values of certain marine algae for the growth of the young abalone, *Haliotis discus hannai*. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 27: 93-100.
- KIKUCHI, S. & UKI, N. 1974a.- Technical study on artificial spawning of abalone, genus *Haliotis*. I. Relation between water temperature and advancing sexual maturity of *Haliotis discus hannai* Ino. *Ibidem*, 33:69-78.
- KIKUCHI, S. & UKI, N. 1974b.- Technical study on artificial spawning of abalone, genus *Haliotis*. V. Relation between water temperature and advancing sexual maturity of *Haliotis discus* Reeve. *Ibidem*, 34: 77-85.
- KIKUCHI, S. & UKI, N. 1975.- Technical study on artificial spawning of abalone, genus *Haliotis*. VI. On the sexual maturation of *Haliotis gigantea* Gmelin under artificial conditions. *Ibidem*, 35: 85-90.
- KOIKE, Y., J. P. FLASSCH & MAZURIER J. 1979.- Biological and ecological studies on the propagation of the ormer, *Haliotis tuberculata* L. *La mer* (Bull. Soc. franco-japonaise d'oceanogr.), 17 (1): 43-52.
- LUCIEN-BRUN, H. 1983.- Elevage de juveniles d'ormeaux a fin de repeuplement au Japon. *Publ. Ass. Develop. Aquaculture*, 10: 1-54.
- PEÑA, J.B. 1986.- La gónada de *Haliotis discus* Reeve (Gastropoda: Prosobranchia) y los factores que influyen en su maduración. *Iberus*, 6 (2): 229-235.
- PEÑA, J. B. 1987.- Influence de l'alimentation sur la maturation des gonades des ormeaux, *Haliotis discus* (Reeve, 1846) (Gastropoda: Prosobranchia). *Haliotis*, 16.
- SAKAI, S. 1962.- Ecological studies on the abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. I. Experimental studies on the food habit. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 28(8): 766-779.
- TENORE, K.R. 1976.- Food chain dynamics of abalone in a polyculture system. *Aquaculture*, 8(1): 23-27.
- THOMPSON, T. 1984.- Current abalone techniques in Japan. *The B.C. Shellfish. Maricult. Newslet.*, 4(2): 13-16.
- UKI, N. 1981.- Food value of marine algae of order Laminales for growth of the abalone, *Haliotis discus hannai*. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 42: 19-29.
- UKI, N. & KIKUCHI, S. 1982.- Influence of food levels on maturation and spawning of the abalone, *Haliotis discus hannai* related to effective accumulative temperature. *Ibidem*, 45: 45-53.
- UKI, N. & KIKUCHI, S. 1984.- Regulation of maturation and spawning of an abalone, *Haliotis* (Gastropoda) by external environmental factors. *Aquaculture*, 39: 247-261.